

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-165298

(43)Date of publication of application : 24.06.1997

(51)Int.Cl. C30B 29/06
C30B 15/36
C30B 33/04

(21)Application number : **07-346827** (71)Applicant : **KOMATSU ELECTRON
METALS CO LTD**

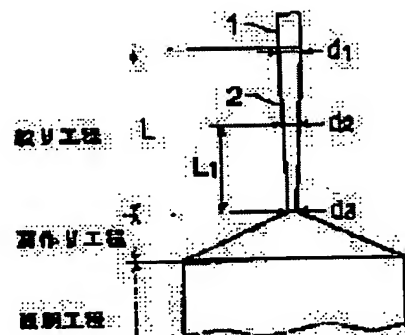
(22)Date of filing : 13.12.1995 (72)Inventor : SONODA KOJI
MIMURA TOSHIO

(54) PULLING UP OF SILICON SINGLE CRYSTAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent breakage of a crystal and minimally suppress increase of cost in a squeezing step for obtaining dislocation-free state in pulling up a silicon single crystal having crystal axis $\langle 110 \rangle$ by Czochralski process.

SOLUTION: In a squeezing step, a crystal diameter is squeezed to $<2.0\text{mm}$ while applying magnetic field having $\geq 1,500$ gauss to a hot zone in a squeezing step. Vibration and change of temperature of the melt surface become small by application of magnetic field and breakage of crystal in solid-liquid interface which occurred from the past is prevented. In a shoulder-making step followed by the squeezing step, the strength of the applied magnetic field is gradually decreased and the strength of magnetic field is decreased to 0 until step is moved from the shoulder-making step to a drum-making step. Dislocation-free single crystal having crystal axis $\langle 110 \rangle$ is obtained by the method and increase of cost is minimally suppressed, because magnetic field is not applied in a step after the drum-making step.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-165298

(43) 公開日 平成9年(1997)6月24日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 29/06	5 0 2		C 3 0 B 29/06	5 0 2 G 5 0 2 F
15/36			15/36	
33/04			33/04	

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平7-346827

(22) 出願日 平成7年(1995)12月13日

(71) 出願人 000184713

コマツ電子金属株式会社

神奈川県平塚市四之宮2612番地

(72) 発明者 園田 浩二

神奈川県平塚市四之宮2612 コマツ電子金
属株式会社内

(72) 発明者 三村 敏夫

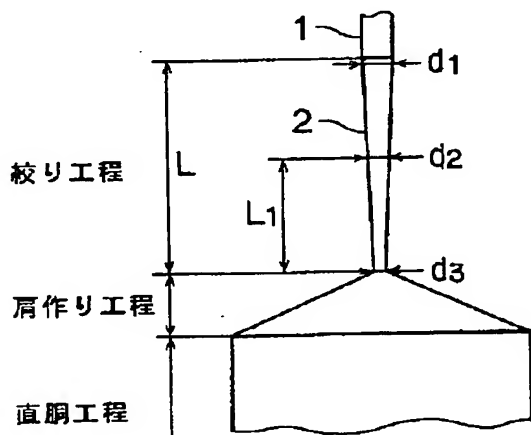
神奈川県平塚市四之宮2612 コマツ電子金
属株式会社内

(54) 【発明の名称】 シリコン単結晶の引き上げ方法

(57) 【要約】

【課題】 CZ法による結晶軸<110>シリコン単結晶の引き上げに当たり、無転位化するための絞り工程において結晶が切れないようにするとともに、コスト増加を最小限に抑えることができるようにする。

【解決手段】 絞り工程において、ホットゾーンに1500 Gauss以上の磁場を印加しつつ結晶直径を2.0 mm未満に絞る。磁場の印加により融液表面の振動、温度変動が小さくなり、従来から発生していた固液界面における結晶の切れが防止される。絞り工程に続く肩作り工程では、印加する磁場の強さを徐々に減じ、直胴工程に入るまでに磁場の強さを零とする。この方法により結晶軸<110>の無転位単結晶が得られ、直胴工程以降は磁場を印加しないためコスト増加は最小限に抑えられる。



1 : 種結晶

2 : 絞り部

【特許請求の範囲】

【請求項1】 チョクラルスキー法による結晶軸<110>シリコン単結晶の育成に先立って行う絞り工程において、1500 Gauss以上の磁場を印加し、融液表面の振動と温度変動とを抑制しつつ結晶直径を2.0 mm未満に絞ることを特徴とする結晶軸<110>シリコン単結晶の引き上げ方法。

【請求項2】 請求項1記載の絞り工程に続く肩作り工程において、印加する磁場の強さを徐々に減じ、直胴工程に入るまでに磁場の強さを零とすることを特徴とする結晶軸<110>シリコン単結晶の引き上げ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、結晶軸<110>シリコン単結晶の引き上げ方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子の基板には主として高純度の単結晶シリコンが用いられているが、その製造方法の一つとして、るつぼ内の原料融液から円柱状の単結晶シリコンを引き上げるチョクラルスキー法（以下CZ法という）が知られている。CZ法においては、半導体単結晶引き上げ装置内に設置したるつぼに原料である多結晶シリコンを充填し、前記るつぼの周囲に設けたヒータによって原料を加熱溶解した上、シードチャックに取り付けた種結晶を融液に浸漬し、シードチャックおよびるつぼを互いに同方向または逆方向に回転しつつシードチャックを引き上げて単結晶シリコンを成長させる。

【0003】CZ法を用いて大量に生産されている結晶軸<100>、<111>、<511>のシリコン単結晶に比べ、結晶軸<110>のシリコン単結晶は、種結晶から結晶を成長させて結晶中の転位を除去するいわゆる絞り工程において、結晶学的に転位の除去が困難である。その理由は、結晶軸<110>のシリコン単結晶においては結晶中の転位の方向が種結晶の軸方向、すなわち半導体単結晶引き上げ装置における鉛直方向と一致しており、結晶の成長方向と同じ<110>方向に転位が延びることによる。この対策として、絞り部の直径を3～6 mmの範囲で細くしたり太くしたりして凹凸をつける、いわゆる多段絞りと呼ばれる手法が用いられている。図2は多段絞りを施した絞り部の形状を示す模式図で、種結晶1に続く絞り部2の直径を次第に細くした後、 $d_1 = 4 \sim 6$ mmに拡大し、次に $d_2 = 3 \sim 4$ mmに絞る。このような操作を3回以上繰り返すことによって転位を除去し、肩作り工程に入る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、磁場を印加しない通常のホットゾーンにおける絞り工程では、シリコン融液の熱対流、不活性ガスの吹き付け、るつぼの回転等の影響により、シリコン融液の表面が振動しているため、結晶直径を2.0～3.5 mmに絞ると、固

液界面で結晶が切れてしまうことが多い。また、結晶の切れを防止するため絞り径を太くすると、転位を除去することができない。このため、結晶軸<110>のシリコン単結晶の引き上げを量産レベルで行うことは困難と考えられてきた。

【0005】量産レベルでの結晶軸<110>のシリコン単結晶引き上げを可能とするには、絞り工程において結晶が切れないようにすることと、これに伴うコスト増加を最小限に抑えることの2点が重要課題となる。本発明は上記従来の問題点に着目してなされたもので、前記課題を解決することができる結晶軸<110>シリコン単結晶の引き上げ方法を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係る結晶軸<110>シリコン単結晶の引き上げ方法は、CZ法による結晶軸<110>シリコン単結晶の育成に先立って行う絞り工程において、1500 Gauss以上の磁場を印加し、融液表面の振動と温度変動とを抑制しつつ結晶直径を2.0 mm未満に絞ることを特徴としている。

【0007】また、上記絞り工程に続く肩作り工程において、印加する磁場の強さを徐々に減じ、直胴工程に入るまでに磁場の強さを零とすることにした。

【0008】

【発明の実施の形態および実施例】本発明は、融液の対流等によって起こる融液表面の振動を抑え、融液表面の温度変動を小さくするためホットゾーン全体に磁場を印加する磁場下引き上げ法（以下MCZ法という）によって絞り工程を処理するものである。MCZ法によりホットゾーン全体に磁場を印加すると、磁力線に直交する導電体融液の有効動粘性係数が増大し、融液の対流が抑制されて融液表面の温度変動が低減する。このため、磁場を印加しない場合の融液表面の温度変動が約1.5℃であるのに対し、磁場の強さを1500 Gaussにすると、融液の対流が抑制されて前記温度変動を約0.1℃まで低減させることができる。その結果、1500 Gauss以上の磁場下では、通常のCZ法で実現困難な結晶直径、すなわち結晶直径を1.5～2.0 mm未満まで細く絞ることが可能となる。これにより無転位の結晶軸<110>シリコン単結晶を量産レベルで安定して育成することができる。

【0009】上記により絞り工程を良好に進めることは可能となるが、磁場の印加によるコストアップは避けられない。このため量産技術の確立には、絞り工程の後工程で磁場を徐々に減じる技術が必要となる。ホットゾーン全体に印加する磁場の強さを徐々に減じて行くと、融液の対流が起こり始め、融液表面の温度が上昇し始めるため、結晶直径が細くなる傾向がある。そこで、所定の結晶直径を維持したまま単結晶を育成する直胴工程に入

ってから磁場を減じるよりも、直胴工程の前の肩作り工程が終了するまでの間に磁場を0 Gaussまで減じることが好ましい。このようにすれば、直胴工程における結晶直径の制御が容易となる。

【0010】次に、本発明に係る結晶軸<110>シリコン単結晶の引き上げ方法の実施例について、図面を参照して説明する。図1は、本発明の引き上げ方法によって製造される結晶軸<110>シリコン単結晶の上端部分を示す模式図である。

【0011】半導体単結晶引き上げ装置のチャンバ内を14~20 Torrに真空引きし、不活性ガスとして3~5×10⁻² Nm³/分のArガスを導入した。ホットゾーン全体に1500~4000 Gaussの磁場を印加し、融液に種結晶1を浸漬してなじませた後、図示しないシードチャックを徐々に引き上げて絞り工程を開始した。絞り工程開始時における絞り部2の結晶直径d₁は8 mmで、これを徐々に細くし、直径d₂を2.0 mm、絞り工程終了時の結晶直径(最小径)d₃を1.5~2.0 mm未満とした。絞り部2の全長Lは50~300 mmとした。前記長さLのうち結晶直径が2.0 mm未満の部分、すなわち結晶直径d₂からd₃までの長さL₁は10~100 mmである。また、結晶直径が2.0 mm未満の部分における結晶引き上げ速度は5.0~6.0 mm/分とした。

【0012】直胴部の直径が103 mmの単結晶を引き上げる場合、絞り工程に続く肩作り工程に要する時間を30~100分とし、前記所要時間に比例させて徐々に磁場を減じた。たとえば、磁場の強さが1500 Gaussで肩作り所要時間を100分とした場合は15 Gauss/分、磁場の強さが4000 Gaussで肩作り所要時間が30分の場合は140 Gauss/分の割合で徐々に磁場を減じ、肩作り工程が終了して結晶直径が103 mmに達したときに磁界が零となるように制御した。

【0013】上記方法を用いた結果、絞り工程における結晶の切れが発生せず、安定した絞りを行うことができた。また、得られた結晶軸<110>シリコン単結晶に*

*は転位が認められなかった。これは、絞り工程において絞り部2の結晶直径が2.0 mm未満の部分の長さを10 mm以上としたことによって転位が除去されたためである。

【0014】

【発明の効果】結晶軸<110>のシリコン単結晶は、結晶中の転位方向と結晶成長方向とが同一であるため、絞り工程で安定して無転位化を図ることは困難で、量産には不向きとされ、結晶軸<100>、<111>、<511>のシリコン単結晶に比べて量産技術の確立が遅れている。そして、従来法で<110>を引き上げると固液界面切れが多発し、100本中90本が不良となり、10本がやっと引き上げ出来た。(良品率10%)

しかし、絞り工程で1500 Gauss以上の磁場を印加することにより、従来のCZ法では実施が困難な結晶直径1.5~2.0 mm未満まで絞ることが可能となり、その結果、結晶軸<110>のシリコン単結晶の引き上げが容易となり、実施してみると、100本中100本が良品となった。(良品率100%)

また、次工程の肩作り工程で徐々に磁場を減じ、直胴工程に入る前に磁界をゼロにすることにより、必要最小限のコストアップに止めることができる。従来のMCZ法に比べ電気代が半分以下で済み経済的效果も多大である。従って、高密度にデバイスを集積させることのできる<110>ウェーハの量産化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

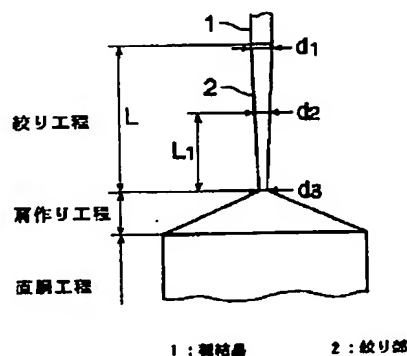
【図1】本発明の引き上げ方法によって製造される結晶軸<110>シリコン単結晶の上端部分を示す模式図である。

【図2】多段絞りを施した絞り部の形状を示す模式図である。

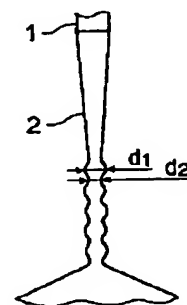
【符号の説明】

- 1 種結晶
- 2 絞り部

【図1】



【図2】



(4)

特開平9-165298

【手続補正書】

【提出日】平成8年2月26日

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】
方法

シリコン単結晶の引き上げ